

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

Reglamento:

- Horario: 18:30 a 21:30 hs.
- El alumno deberá permanecer con la cámara encendida.
- Las consultas se pueden realizar por chat o por micrófono (estará habilitado durante el horario del examen). Por favor, dejar apagado el micrófono durante la realización del examen.
- Al finalizar el horario, el alumno deberá subir al campus las hojas del examen. También deberá enviarlas por mail a la dirección: congonzalez@yahoo.com y julietamedina2002@yahoo.com.ar.
- No se aceptan exámenes luego del horario de finalización.
- Se deberán entregar los archivos ejecutables nativos junto con PDFs, en caso de usar recursos adicionales.

Enunciado:

Usted ha sido asignad@ a un proyecto de *upstream* localizado en la Provincia de Neuquén. ¡Felicitaciones! Se trata de una planta de tratamiento de *shale gas*. Debido a su emérita formación en Operaciones Unitarias de Transferencia de Materia, le han encomendado la misión de dimensionar la Unidad de Deshidratación del gas.

Este proceso consiste en la disminución del contenido de agua en el gas que será enviado a un gasoducto para posterior distribución comercial.

La eliminación de agua previene problemas de corrosión y formación de hidratos dentro de los ductos de transporte. Es por esto que el gas deberá salir de la planta con un contenido de agua menor al 8% mol/mol¹.

Según la Ingeniería Conceptual, se ha elegido una Unidad de Deshidratación con Trietilenglicol (Unidad TEG), como la que figura a continuación:

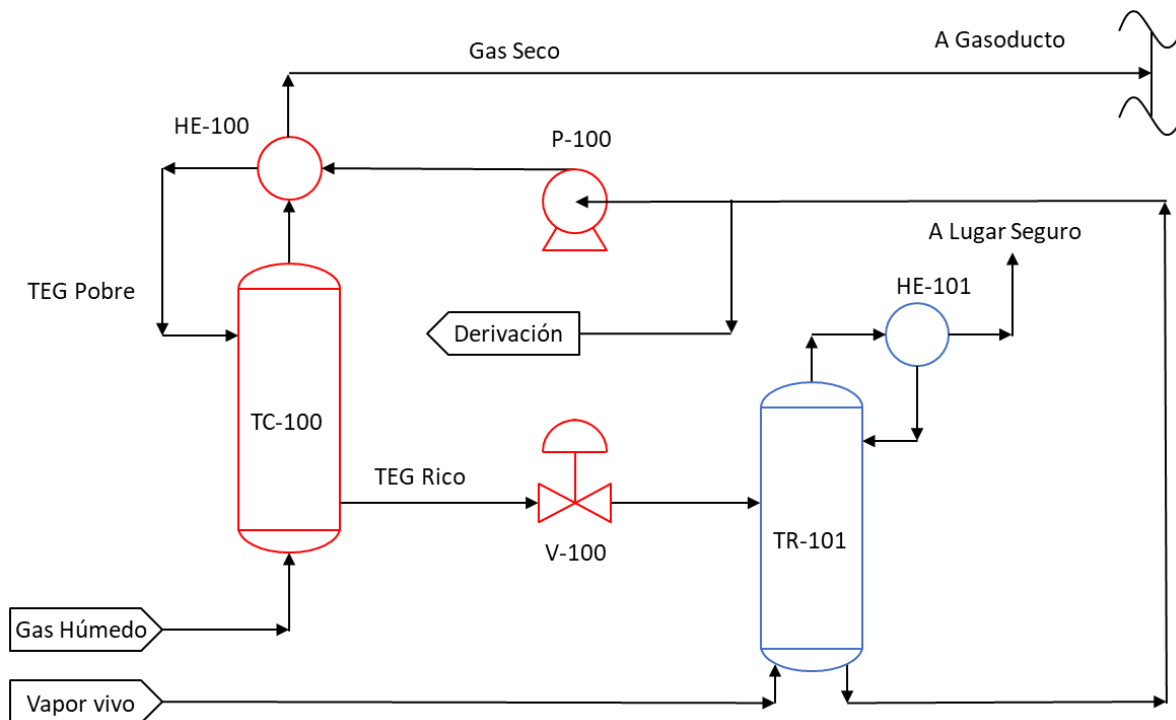


Figura i. Esquema de una Unidad TEG

¹ En realidad, en la Argentina, según la Resolución 622 de ENARGAS solo puede tener un contenido de 65 mg/Sm³ (85 ppmv, aproximadamente).

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

La unidad consiste en un equipo de separación en la Torre Contactora TC-100. En este equipo, que trabaja isotérmicamente, se ponen en contacto en contracorriente el Gas Húmedo y el TEG Pobre para que éste absorba el contenido de agua y a la salida se logre la especificación deseada de humedad.

El Gas Seco intercambia calor con el TEG Pobre Caliente en el HE-100 y se inyecta en el Gasoducto Existente, cumpliendo con la regulación vigente.

El resto de la unidad servirá para reacondicionar el solvente. El TEG Rico pasa por una válvula V-100 que lo expande hasta una presión de 1.5 bar (considerar la evolución isotérmica), previo ingreso a la Torre Regeneradora TR-101. Ingresará con una condición de alimentación de $q = 1.48$. A este equipo, que trabaja con platos, ingresa vapor vivo por el fondo. La salida del condensador HE-101 no puede exceder los 120°C para cumplir con parámetros de dispersión atmosféricos. El fondo de la torre no puede exceder los 235°C porque si no el producto se degradaría. Cuenta con 5 platos, con eficiencia del 100%. La separación entre platos es de 900 mm.

El fondo de la columna TR-101 se bombea a través de la P-100 para ingresar nuevamente a la torre TC-100.

Los equipos rojos son unidades que deberán diseñarse completamente, mientras que los azules pertenecen a una *ingeniería standard* y deberá verificarse si son aptos para el servicio propuesto.

Se conocen los siguientes datos de la corriente de Gas Húmedo:

$$G_{wet}: 19200 \text{ kmol/h} + \left(\frac{\# \text{padrón} - 82001}{10} \right) \text{ kmol/h}; \quad y_w^G = 20\% \frac{\text{mol}}{\text{mol}}; \quad t_b = 40^{\circ}\text{C}; \quad P = 20 \text{ bar}$$

En las Bases de Diseño de su empresa dice en la Sección 3.1.12.4(b) que “Se deberá suponer solución diluida cuando la variación en los caudales sea menor al 10% molar y las composiciones de la sustancia que se transfiere, menores o iguales al 10 % mol/mol.”

Se conocen las siguientes propiedades termodinámicas de las sustancias involucradas, para los rangos de la TC-100:

Sustancia	M_r [kg/kmol]	C_p^L [kJ/kmol°C]	C_p^G [kJ/kmol°C]
Metano	16	N/A	36,77
Agua	18	75.32	36.30
TEG	150	451.9	2.410

Tabla I. Propiedades Termodinámicas

Se deberá considerar la siguiente constante de equilibrio para la torre contactora TC-100:

$$k_i = 1,3$$

Se conocen los equilibrios entre Agua y TEG para las presiones de trabajo de la columna. Se encuentran anexadas al final del enunciado.

Se conocen las siguientes propiedades cinéticas de las sustancias involucradas:

Sustancia	ρ_i^L [kg/m³]	μ_i^L [cP = 0.001 Pa.s]	σ_i [dyn/cm]
Agua	1000	0.2489	56.42
TEG	1109	17.90	43.73

Tabla II. Propiedades Cinéticas de las sustancias involucradas.

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

Se deberá

- Calcular el caudal mínimo de TEG pobre que permita cumplir la especificación en la torre Contactora TC-100.
- Considerando que el caudal operativo = 1,1*el caudal mínimo (el TEG es muy ávido del agua), indique la cantidad de etapas necesarias para lograr la separación deseada.
- Calcular el reflujo externo operativo de la torre TR-101.
- Calcular el caudal requerido de vapor vivo y de las corrientes de salida de la TR-101. Indique el caudal de la corriente 'Derivación'.
- Verificar si el diseño del equipo standard para el plato (**Ver Hoja de Datos**) es satisfactorio para la torre TR-101. Preliminarmente, basta con verificar la inundación por arrastre.
- Dibujar los perfiles de concentración en el tope y en el fondo de la TC-100, sabiendo que el coeficiente global de transferencia de materia es $K_Y = 0.016 \frac{kmol}{hm^2}$ y que la resistencia del lado gas es del 70% respecto de la global. ¿A qué atribuye el cambio de coeficientes peliculares? Justifique.

Hoja de Datos del Plato

Ítem	Parámetro	Valor	Unidad
#1	Diámetro del Plato	1400	mm
#2	Diámetro de Orificios	25.4	mm
#3	Longitud del vertedero	1150	mm
#4	Altura del vertedero	80	mm
#5	Número de Orificios	370	N/A
#6	Espesor del plato	1	in
#7	Área activa	1.25	m ²
#8	Área neta	1.47	m ²
#9	Altura de la ventana del vertedero	65	mm
#10	Factor de aireación	0.9	N/A

Tabla III. Hoja de Datos del Equipo Standard

Gráficos Auxiliares

- Gráfico de Souder-Brown. Usar las tensiones superficiales en [dyn/cm].

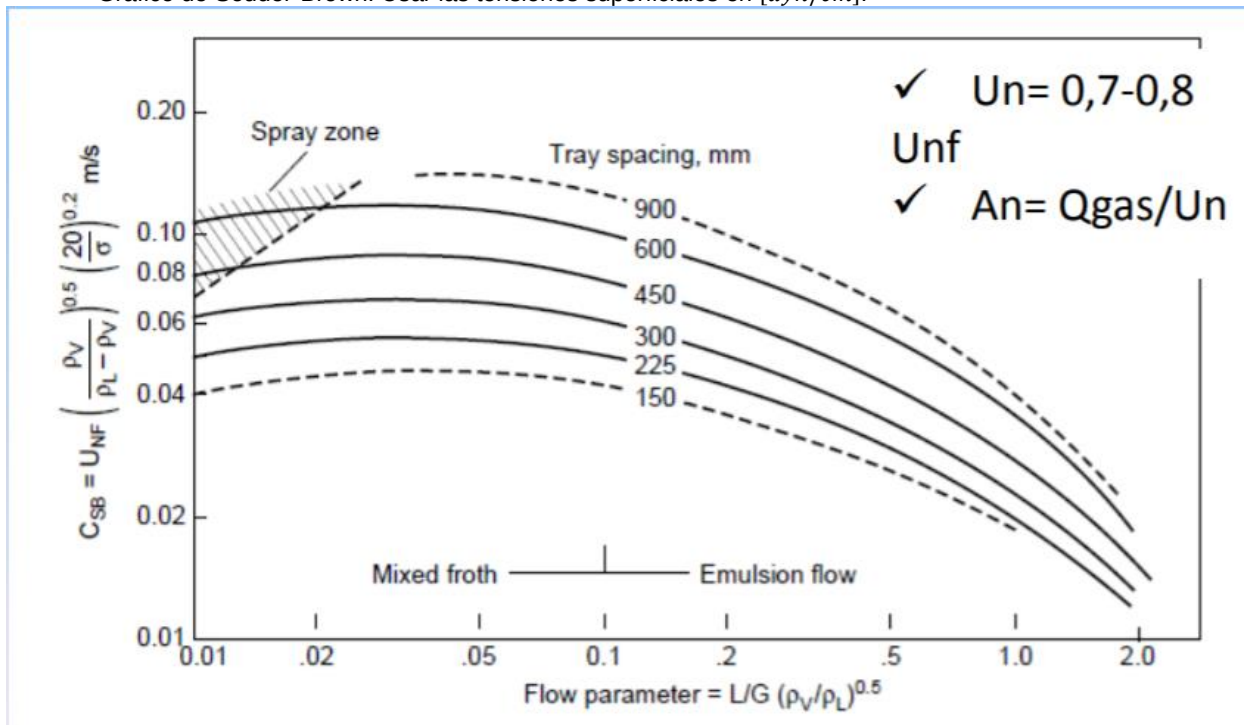
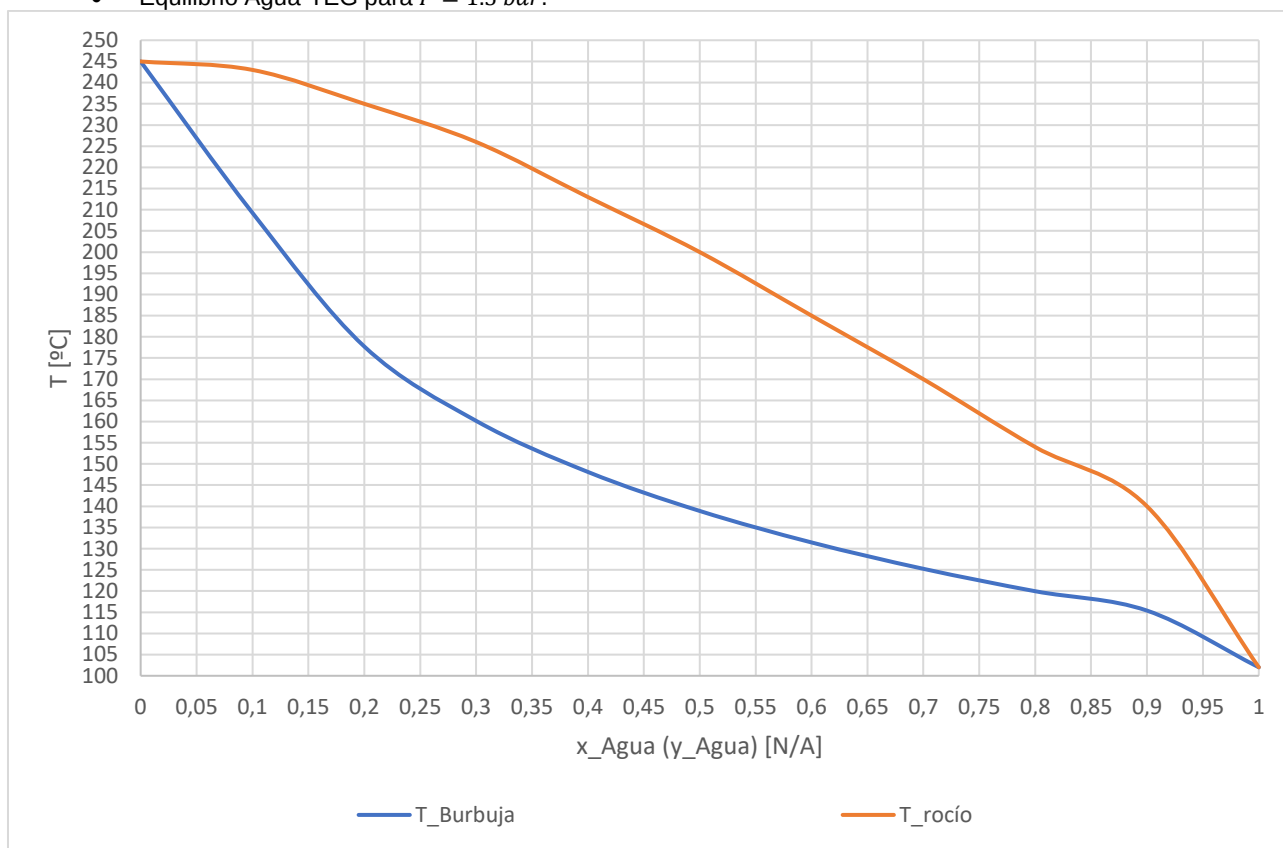


Figura i. Gráfico de Souder-Brown

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

- Equilibrio Agua-TEG para $P = 1.5 \text{ bar}$.



$x_{\text{H}_2\text{O}}$ ó $y_{\text{H}_2\text{O}}$ [N/A]	T_{burbuja} [$^{\circ}\text{C}$]	$T_{\text{rocío}}$ [$^{\circ}\text{C}$]
0	245	245
0.1	209	243
0.2	178	235
0.3	160	226
0.4	148	213
0.5	139	200
0.5	131	185
0.7	125	170
0.8	120	154
0.9	115	140
1	102	102

Figura ii. Equilibrio AGUA-TEG en fracciones molares